GREENHOUSE PRODUCTION OF WHITE SPRUCE, BLACK SPRUCE, JACK PINE, AND RED PINE SEEDLINGS IN THREE TYPES OF CONTAINERS

Ronald M. Girouard

LAU-X-57E

LAURENTIAN FOREST RESEARCH CENTRE
CANADIAN FORESTRY SERVICE
DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT
1080, ROUTE DU VALLON
SAINTE-FOY, QUEBEC
G1V 4C7

Copies available

Catalogue No. Fo46-18/57E

ISBN 0-662-12333-6

ISSN 0703-2196

© Department of Supply and Services Canada, 1982

Aussi disponible en français sous le titre

"Production en serre de plants d'épinette blanche, d'épinette noire, de pin gris et de pin rouge dans trois types de conteneurs".

Couverture: Lucil LePage

TABLE OF CONTENTS

	Page
TABLE OF CONTENTS	
LIST OF FIGURES AND TABLE	
ABSTRACT	
RÉSUMÉ	
INTRODUCTION	1
MATERIALS AND METHODS	2
Plants	2
Containers	2
Procedure	3
RESULTS AND DISCUSSION	5
CONCLUSIONS	11
ACKNOWLEDGMENTS	12
REFERENCES	12

LIST OF FIGURES AND TABLE

Figure		Page
1	Characteristics of seedlings of four tree species. A, height; B, root collar diameter	6
2	Characteristics of seedlings of four tree species. A, dry mass of aerial parts; B, dry mass of roots; C, total dry mass	8
3	Characteristics of seedlings of four tree species. A, sturdiness; B, dry mass ratio; C, quality index	10
4	Degree of root spiraling in four tree species grown in the Quebec tube	11

Table		
1	Plants	2

ABSTRACT

White spruce, black spruce, jack pine, and red pine seedlings were grown in a greenhouse environment using peat in three types of containers: the Hillson Rootrainer, the styroblock 8 and the Quebec tube. Four and six months after seeding, an analysis of nine variables showed that the styroblock 8 is the best of the three containers for greenhouse production of good-quality seedlings. The Quebec tube was the only container to have seedlings with lateral roots growing downwards in a spiral.

RÉSUMÉ

Des plants d'épinette blanche, d'épinette noire, de pin gris et de pin rouge furent cultivés sur tourbe en serre dans trois types de conteneurs: le Rootrainer Hillson, le styrobloc 8 et le tube québécois. Quatre et six mois après l'ensemencement, l'étude de neuf variables montrait que le styrobloc 8 est le meilleur des trois conteneurs pour la production de semis de qualité. Le tube québécois était le seul conteneur à avoir des plants où les racines primaires latérales poussaient en spirale vers le bas.

Girouard, R.M. 1982. Greenhouse production of white spruce, black spruce, jack pine, and red pine seedlings in three types of containers. Can. Dep. Environ., Can. For. Serv., Laurentian For. Res. Cent. Ste-Foy, Que. LAU-X-57E.

INTRODUCTION

Reforestation has been practiced in Quebec for several years but did not really become widespread until the mid-1960s (Hawey 1980). In 1978, an artificial regeneration program was developed by the ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (MERQ). The program provided that, beginning in 1983-84, 20 million of 70 million seedlings would be grown in containers. Of these 20 million plants, 5 million would be produced by the province and 15 million by private industry. To meet this objective, MERQ had 22 greenhouses built in East Angus for the purpose of growing seedlings in containers.

However, some difficulties have been encountered in the cultivation of containerized forest tree seedlings. Reports show that some containers cause root deformities such as spiraling, compression, and twisting (Hafsia and Franclet 1966; Ben Salem 1971; Ball 1976; Bergman and Haggstrom 1976).

When roots of a seedling grow in a spiral around the base, the root system takes the form of a chignon (Marien 1979). Whenever such a deformity occurs several of the plant's roots very often become grafted, which generally impedes the development of the root system, makes the roots susceptible to armillaria root rot (*Armillaria mellea* (Vahl ex Fr.) Kummer), diminishes the ability of the roots to compete successfully with weeds, and encourages the formation of lateral roots in the upper layers of the soil (Hafsia and Franclet 1966). Trees thus affected are vulnerable to the damage caused by extended periods of drought. Moreover, this type of root deformity may affect tree stability (Stone and Norberg 1978); a poorly anchored tree may be uprooted by wind or gradually bent from youth until the base of the trunk becomes curved.

As part of a study on the root system of forest trees grown from seedlings in containers, we set up an experiment, first, to compare the Quebec tube with two types of containers that are commonly used in Canada for the production of good-quality seedlings and, second, to determine

whether the Quebec tube is likely to cause deformities in the roots of different species during the growing period.

MATERIALS AND METHODS

Plants

We grew seedlings of four tree species: white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss), black spruce (*Picea mariana* (Mill) BSP), jack pine (*Pinus banksiana* Lamb), and red pine (*Pinus resinosa* Ait). Each species was represented by one provenance (Table 1).

Table 1. Plants

Species	Provenance			
	Origin	Latitude N	Longitude W	Elevation (m)
Picea glauca	Lac-à-la-Tortue, Champlain, Quebec	46°37'	72°38'	131
Picea mariana	Damville, Roberval, Quebec	49°04'	73°00'	335
Pinus banksiana	Damville, Roberval, Quebec	49°04'	73°00'	335
Pinus resinosa	Pembroke, Renfrew, Ontario	45°30'	77°05'	120

Containers

The seedlings were grown in three types of containers: the Hillson Rootrainer, the styroblock 8, and the Quebec tube, which is also known as the MER tube.

The Hillson model of the Rootrainer consists of a sheet of heat-moulded plastic, commonly called a book, which folds up to form four cavities and is easily opened either to observe the roots or to remove the plants. Each Hillson cavity is 12 cm deep and 3.7 cm square, giving a volume of 164 cm^3. The walls are corrugated on two sides, the base is slightly flared, and there is an opening in the bottom. Each perforated tray holds 8 Hillson books or 32 cavities.

The styroblock 8 is a rectangular block of expanded polystyrene and contains 80 cone-shaped cavities. Each cavity whose volume is 125 cm^3, measures 3.9 cm across the top and has a depth of 15.2 cm. In addition, 6 ribs train the roots to grow downward and there is an opening in the bottom.

The Quebec tube is cylindrical, 4 cm in diameter, 10 cm long, and 126 cm^3 in volume. Its walls are a sheet of opaque white cellukraft paper bonded on one side only to a thin layer of polyethylene (paper: polyethylene 18:10 kg/ream). The bonded sheet is rolled up and glued along its length to form a tube in which the polyethylene side faces inward. A Spencer-Lemaire tray can hold 45 tubes of this type.

Procedure

The tubes were obtained from the Quebec Industrial Research Centre (CRIQ) and contained Pointe-au-Père peat (Gonzalez 1981). The same type of peat was used to fill the Rootrainers and the styroblocks. Seventy-two trays or blocks (4 species X 3 containers X 6 trays or blocks) were placed at random on sand-covered tables in the greenhouse. Two or three seeds were sown manually in each cavity April 24, 1979. Crushed No. 16 silica (Indusmin Ltd., St. Canut, Quebec) was added to the containers so that it just covered the seeds. The initial watering of the substrate was followed by a preventive treatment with Captan spray (3.3 g per litre) against fungi capable of causing damping-off of seedlings. The greenhouse was equipped with intermittent mist controlled by an Aquamonitor system (Huntingdon, NY). The Aquamonitor's sensory element functioned much like an electronic leaf.

To ensure that position within the greenhouse would not alter results, the trays and blocks were moved about at random twice a week. Because, with each move, a small amount of sand adhering to the bottom of a tray or block might have come free and fallen on other containers, a Captan suspension in spray form was used to moisten seedling needles lightly after each series of shifts.

The greenhouse temperature was maintained at 26°C for two weeks so that seeds would germinate and plantlets become established more quickly. The minimum greenhouse temperature was then lowered to 22°C. A 16-hour photoperiod was maintained using incandescent lamps.

Fertilization of the substrate was begun in the fourth week using a variation of the Van Eerden method (1974). The variation involved using 20-20-20 and ferrous sulphate right through to the end of the experiment rather than just to the 16th week.

After 6 weeks, the number of seedlings in each cavity was reduced to one. Further, beginning in the 9th week, the periodic mistings were generally replaced with manual watering twice a day.

The mean spiraling of roots was determined for 48 seedlings (8 seedlings X 6 trays) of each species grown 4 and 6 months in the Quebec tubes. The degree of spiraling was based on the curvature of a main lateral root growing around the root ball. The curvature was measured once the container was removed from the root ball.

Generally, 48 plants (8 seedlings X 6 trays or blocks) of each species in the three types of containers were measured 4 and 6 months after sowing for the following variables: height (H), root collar diameter (D), dry mass of aerial parts (DMAP), and dry mass of roots (DMR). Using these data, the total dry mass (TDM), the sturdiness index (H/D), the dry mass

ratio (DMAP/DMR), and the quality index (Q) were calculated for each treatment. The quality index was determined using the formula described by Dickson et al. (1960), which is:

$$Q = \frac{TDM\ (g)}{\frac{H(cm)}{D(mm)} + \frac{DMAP\ (g)}{DMR\ (g)}}$$

According to Roller (1977), a quality index higher than 0.09 is a sign that plants will be able to adapt successfully after planting on suitable sites.

The statistical analyses, conducted using the measurement and calculation data, involved variance analyses by variable and by species for a completely randomized design. Each analysis was followed by a Duncan test to determine the significant differences between the means. The SACADOS system (automatic conversational system for statistical analysis of data) (Boudoux and Bonenfant 1979) was used in computer operations.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1A shows height growth for the four species of seedlings grown in three types of containers. The type of container had little effect on height growth at the 4th month and slightly more at the 6th month. Several differences, supposedly significant at the 0.01 level, are not very meaningful to nurserymen, who for practical reasons look for highly pronounced differences. Only jack pine grown in the Quebec tube showed differences greater than 2.0 cm compared with the other two containers. Generally, seedling height growth increased with time, except for red pine. This species virtually stopped growing between the 4th and the 6th month. Roller (1977) noted a similar slowing in height growth for red pine between the 6th and the 8th month. Height growth for black spruce was greater than that for white spruce, and for jack pine it was greater than that for red pine. Our results confirm the observations made in previous studies (Carlson 1981; Hallett 1980; Paillé et al. 1981; Roller 1977).

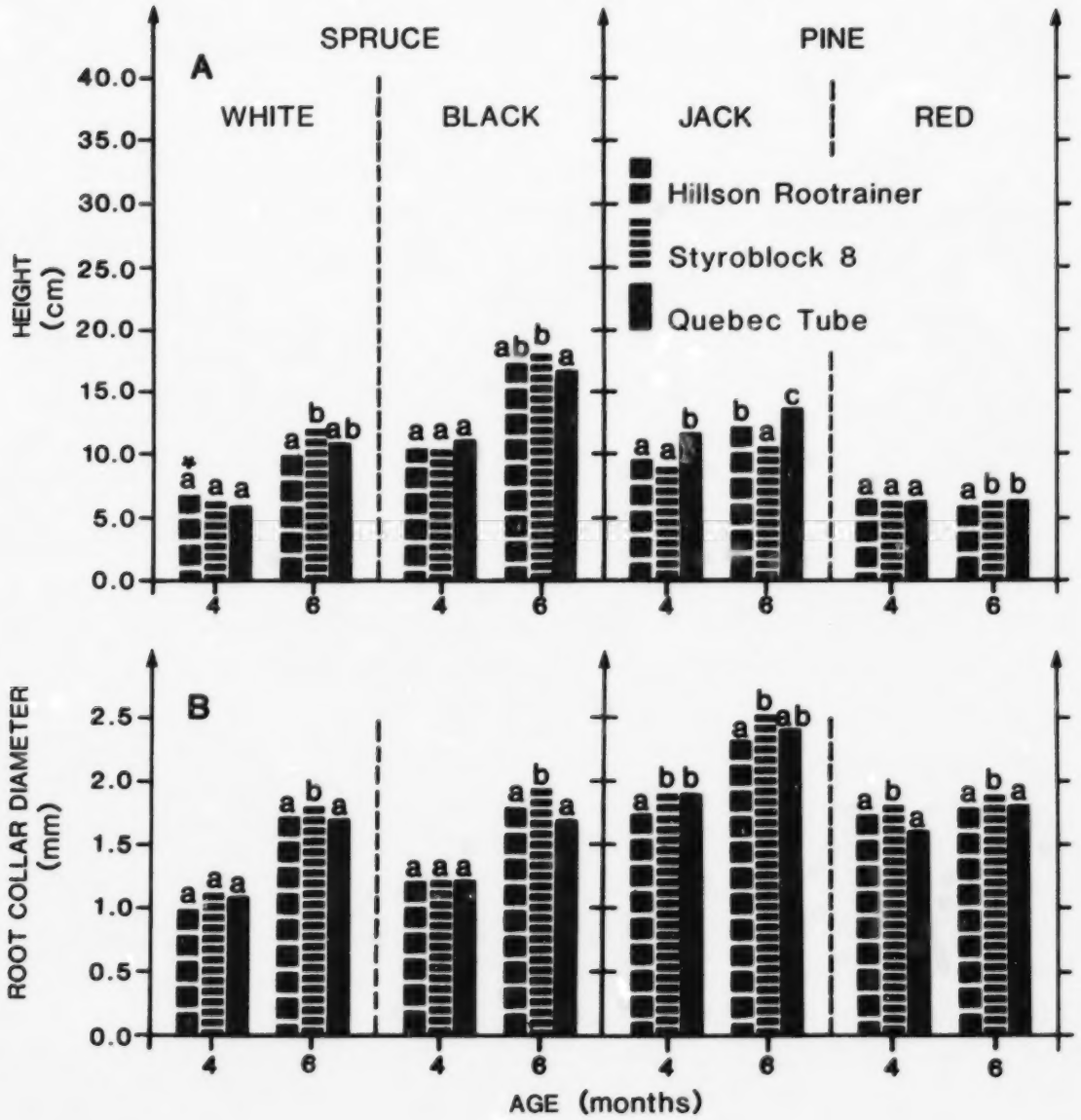

Figure 1. Characteristics of seedlings of four species grown for 4 and 6 months in three types of containers. A, seedling height; B, root collar diameter. *The means for plants of the same age and the same species followed by a letter in common are not significantly different at P= 0.01.

Root collar diameters were consistently high for plants that had been grown in styroblock 8 containers (Figure 1B). However, the root collar diameter of jack pine was as large in the Quebec tube as in the styroblock 8.

In general, there was no significant difference between the plants in the Quebec tube and those in the Hillson Rootrainer, except for those of jack pine, where the diameter was greater in the Quebec tube. Sheedy (1981) also found that jack pine stems had a larger diameter in the Quebec tube than in the Hillson Rootrainer.

Dry mass of aerial parts, dry mass of roots, and total dry mass measurements (Figure 2) for plants grown in the styroblock 8 were generally higher than and significantly different from the same measurements obtained from the two other types of containers. Some exceptions in the case of the jack pine were: 1) mass of aerial parts greater throughout (Figure 2A) when the seedlings were grown in the styroblock 8 and the Quebec tube; and 2) total mass measurements (Figure 2C) higher at the 4th month only, in both the styroblock 8 and the Quebec tube. In contrast with the Sheedy report (1981), which noted higher dry mass measurements for black spruce in the Quebec tube than in the Hillson Rootrainer, we did not find any significant difference between dry mass measurements for aerial parts and roots when this species was grown in these containers (Figure 2A, 2B). Total dry mass for black spruce was greater than that for white spruce (Figure 2C), a difference already noted by Paillé et al. (1981) and Roller (1977). The jack pine seedlings also had greater total dry mass than did the red pine seedlings. Pine seedlings often have a greater total mass than do spruce seedlings (Carlson 1981; Paillé et al. 1981; Roller 1977; Sheedy 1981).

The sturdiness index (H/D), which was used to assess seedling resistance to adverse climatic conditions such as wind, drought, cold, and snow, showed generally slight differences between the spruces in the three types of containers studied (Figure 3A). Seedlings of white spruce were more sturdy than those of black spruce. The effect of styroblock 8 on pines was not positive and also significantly different from that of the other

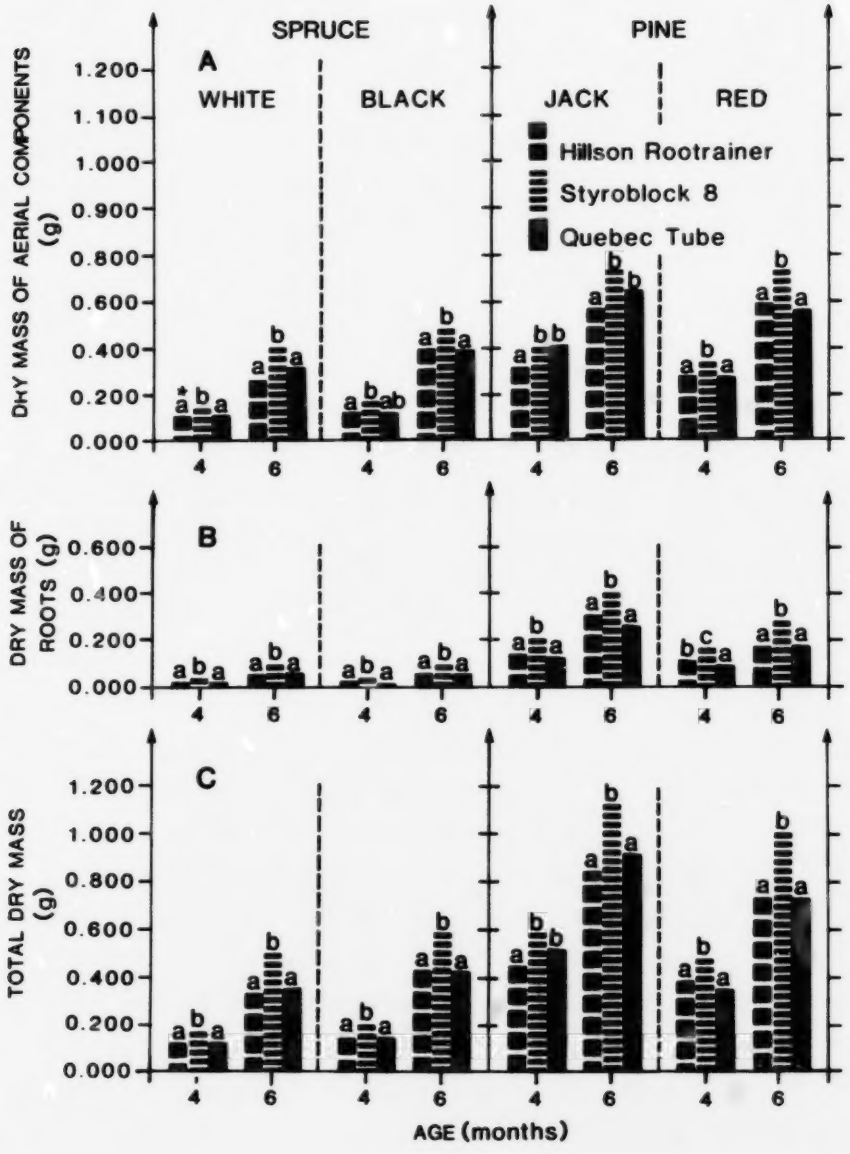

Figure 2. Characteristics of seedlings of four species grown for 4 and 6 months in three types of containers. A, dry mass of aerial parts; B, dry mass of roots; C, total dry mass. *The means for plants of the same age and the same species followed by a letter in common are not significantly different at P= 0.01.

containers. Red pine was sturdier than jack pine. In general, the pines were sturdier than the spruces. Our data were very similar to those published by Roller (1977) on the sturdiness of white spruce, black spruce, and red pine seedlings. However, contrary to Roller's observations, we did not find a significant change in sturdiness between the 4th and the 6th month.

The dry mass ratio or quotient (aerial system/root system) was lower, and thus better, when the plants were grown in styroblock 8 (Figure 3B). The positive effect of styroblock 8 was significant in contrast with the other containers. The seedlings in the Hillson Rootrainer had the second-best mass ratio. More often than not we found, as did Carlson (1981), that pines have a lower and more desirable ratio than spruces. The mass ratios obtained from publications vary a great deal and often depend on the age of the seedlings (Roller 1977; Sheedy 1978), the species (Paillé et al. 1981; Roller 1977), and the type of container used (Sheedy 1980).

The quality index for the plants grown in the styroblock 8 (Figure 3C) was always higher than that obtained in the Hillson Rootrainer and the Quebec tube. A substantial difference in quality between the plants grown in these last two types of containers was quite uncommon. Between the 4th and the 6th month the quality index improved considerably, as Roller also noted (1977). Only the 6-month-old pines attained the 0.09 standard Roller suggested. A quality index higher than 0.10, which was the goal sought by MERQ (Hawey 1980), was found by Roller in 6-month-old pines and spruces and by Godin and Bélanger (1979) in spruces over 7 months old.

The Quebec tube was the only container which we studied where the primary lateral roots come up against the sides of the container and then grow downwards in a spiral. Figure 4 shows that spiraling is much more of a problem in pine roots than in those of spruce. As we have already noted (Girouard 1981), there was also an extremely large increase in the degree of spiraling between the 4th and the 6th month in jack pine seedlings. In the other species tested, the degree of spiraling increased only slightly with

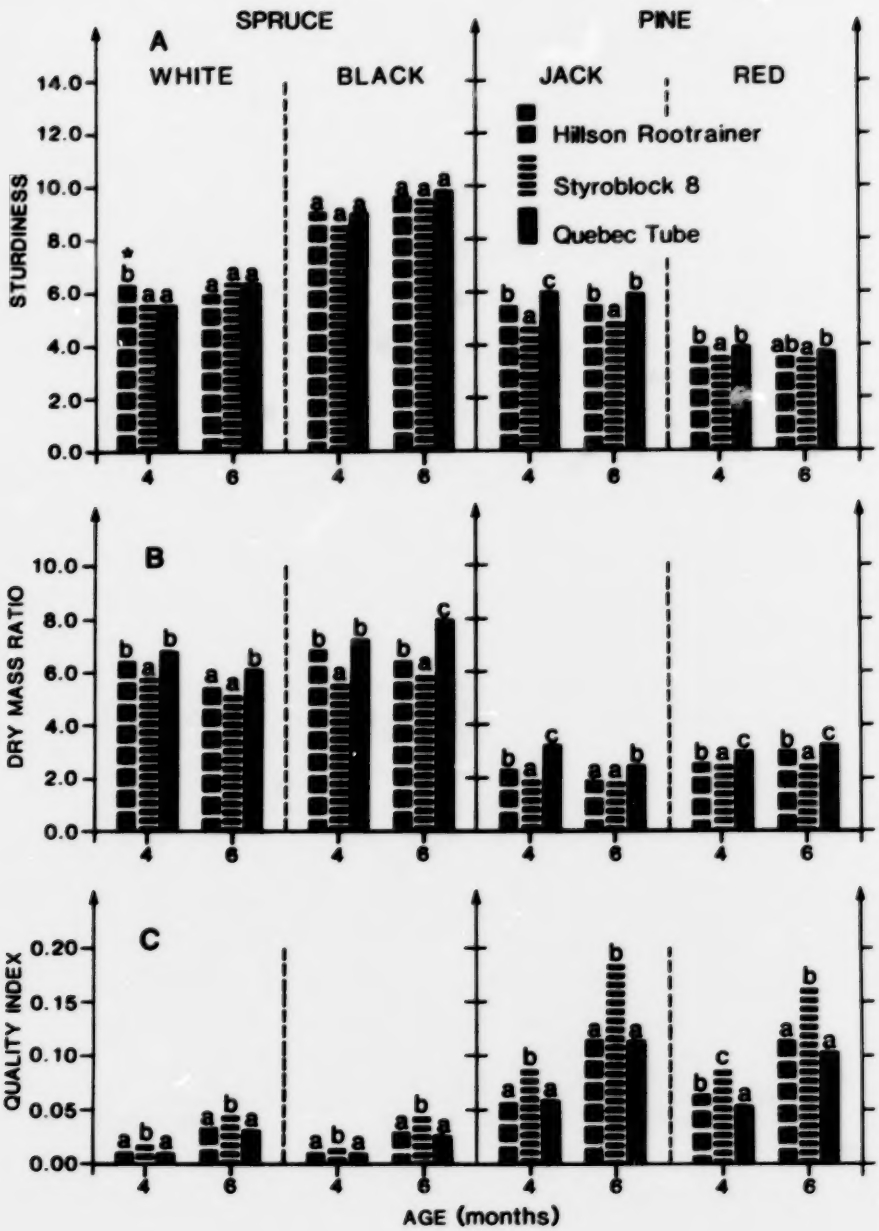

Figure 3. Characteristics of seedlings of four species grown for 4 and 6 months in three types of containers. A, sturdiness; B, dry mass ratio; C, quality index. *The means for plants of the same age the same species followed by a letter in common are not significantly different at P= 0.01.

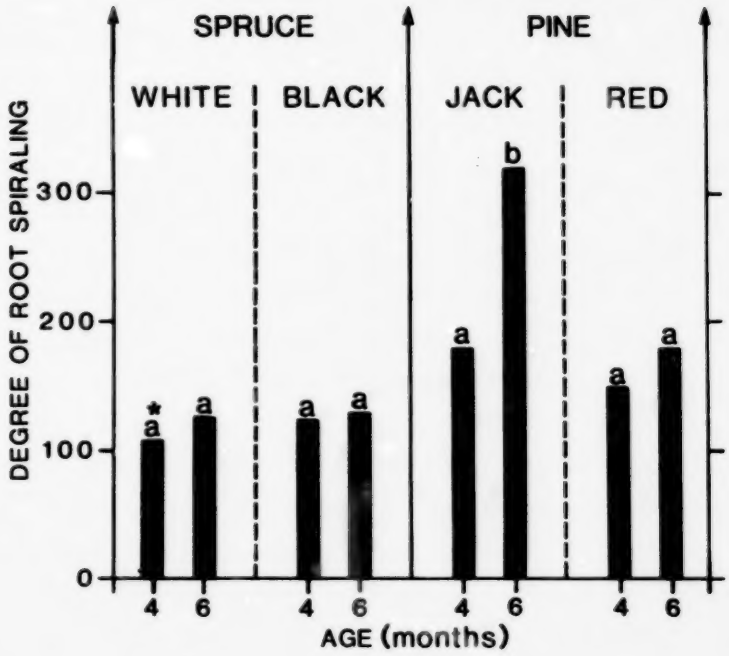

Figure 4. Degree of root spiraling when seedlings of four species are grown in the Quebec tube for 4 and 6 months. *The means for plants of one species followed by a letter in common are not significantly different at P= 0.01.

time. At 6 months, deformities were still too recent to find the grafted roots or even the chignons as described by De Champs (1978), Franclet and Najar (1979), Marien (1978), and Marien and Drouin (1978). Because the tube is a bottomless container, the roots emerging from the bottom are self-pruned, that is they dry out in the open air. There is therefore, no possibility of spiraling in the lower part of the tube, which is in contact with the grid of the Spencer-Lemaire tray.

CONCLUSIONS

After having studied a number of variables for the four tree species of plants in three types of containers, we can say that to obtain good-quality seedlings, both in terms of aerial parts and root system, the first choice of container should be the styroblock 8, the second the Hillson Root-

rainer, and the third the Quebec tube. For several variables, there are no significant differences between the Hillson Rootrainer and the Quebec tube. In the case of the variable degree of root spiraling , only the plants in the Quebec tube are subject to root malformation. Pine roots are more affected than those of spruce. When the spiraling problem is not taken into consideration, the variables, dry mass of roots, total dry mass, and root collar diameter (6 months only for this variable), enable us to select the best container in less time than the quality index variable.

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to thank Mr. Roger Mongrain for his invaluable assistance during this study. I also wish to express my sincere thanks to Messrs. Antonio Gonzalez and Marcien Roberge for their useful comments and suggestions during the correction of the text.

REFERENCES

Ball, J.B. 1976. Plastic containers and coiling roots. Unasylva. 28: 27.

Ben Salem, B. 1971. Root strangulation: a neglected factor in container grown nursery stock. M.Sc. thesis, Univ. Calif., Berkeley.

Bergman, F.; Häggstrom, B. 1976. Some important facts considering planting with rooted forest plants. For. Chron. 52: 266-273.

Boudoux, M.; Bonenfant, F. 1979. SACADOS. Automatic conversational system for statistical analysis of data. Can. Dep. Environ., Can. For. Serv., Laurentian For. Res. Cent., Ste-Foy, Qué. LAU-X-39.

Carlson, L.W. 1981. Guidelines for raising containerized conifer seedlings in the Prairie Provinces. Can. Dep. Environ., Can. For. Serv., North. For. Res. Cent., Edmonton, Alberta. NOR-X-214.

Champs, J. de. 1978. Influence of various containers on the root form of some conifers planted in France. Pages 119-132 *in* Proc. Root Form of Planted Trees Symp., B.C. Min. For./Can. For. Serv. Joint Rep. 8.

Dickson, A.; Leaf, A.L.; Hosner, J.F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. For. Chron. 36: 10-13.

Eerden, E. van. 1974. Growing season production of western conifers. Pages 93-103 *in* Proc. North Am. Containerized For. Tree Seedling Symp., Great Plains Agr. Council Pub. 68.

Franclet, A.; Najar, M. 1979. Conséquences différées des déformations racinaires chez le pin maritime. Ann. Rech. Sylvicoles, AFOCEL 1978, Paris, p. 176-203.

Girouard, R.M. 1981. Jack pine seedlings grown in Quebec tubes and other containers. Poster abstract. Page 442 *in* Proc. Can. Containerized Tree Seedling Symp. Can. Dep. Environ., Can. For. Serv., Great Lakes For. Res. Cent., Sault Ste. Marie, Ont. COJFRC Symp. Proc. O-P-10.

Godin, L.C.; Bélanger, N.C. 1979. Développement et potentiel de survie de semis de pin blanc et d'épinette blanche en fonction de différents récipients et milieux de culture. Univ. Laval, Fac. For. Géod., Mém. de fin d'études.

Gonzalez, A. 1981. Brief outline of chemical and physicochemical properties of peat used in the Quebec containers (CRIQ). Can. Dep. Environ., Can. For. Serv., Laurentian For. Res. Cent., Ste-Foy, Que. LAU-X-48.

Hafsia, H.; Franclet, A. 1966. La spiralisation des racines dans l'élevage des plants en pépinière. Conséquences et remèdes. Pages 1772-1773 *in* Proc. World For. Congr. Madrid. II.

Hallett, R.D. 1980. Nursery practices for production of black spruce. Can. Dep. Environ., Can. For. Serv., Maritimes For. Res. Cent., Fredericton, N.B., Tech. Note No. 13.

Hawey, R. 1980. La politique de reboisement au Québec. Pages 70-83 *in* Atelier de travail sur la culture des semis en récipients. Quebec City, March 18-20, 1980. (Joint report). Can. Dep. Environ., Can. For. Serv., Laurentian For. Res. Cent., Qué. Minist. Energie Ress., Qué. Order For. Engineers.

Marien, J.N. 1978. Les dangers cachés des plants en conteneurs. Informations - Forêt, AFOCEL-ARMEF, France, No. 1 (100): 35-42.

Marien, J.N. 1979. Rétablissement de l'activité racinaire à la suite de malformations induites. Ann. Rech. Sylvicoles, AFOCEL 1978, Paris. p. 204-225.

Marien, J.N.; Drouin, G. 1978. Etudes sur les conteneurs à parois rigides (leur action sur les végétaux). Ann. Rech. Sylvicoles, AFOCEL 1977, Paris. p. 136-161.

Paillé, G.; Bitto, H.; Richard, M.; Nantel, J. 1981. Effets d'un traitement à la lumière sur le développement de semis en conteneurs. Arbor, CIP, Bull. Tech. 1.

Roller, K.J. 1977. Suggested minimum standards for containerized seedlings in Nova Scotia. Can. Dep. Environ., Can. For. Serv., Maritimes For. Res. Cent., Fredericton, N.B. M-X-69.

Sheedy, A. 1978. Production en serre de semis d'épinette blanche en récipient. Essais de divers milieux de culture, de trois calendriers de fertilisation et de deux types de contenants. Qué. Minist. Terres For. Serv. Rech. Internal Rep. 186.

Sheedy, A. 1980. Production en serre de semis de pin gris et d'épinette noire dans deux types de contenants, et huit mélanges de sols. Qué. Minist. Energie Ress., Serv. Rech. For. Internal Rep. 215.

Stone, E.C.; Norberg, E.A. 1978. Container-induced root malformation and its elimination prior to planting. Pages 65-72 *in* Proc. Root Form of Planted Trees Symp., B.C. Min. For./Can. For. Serv. Joint Rep., 8.

Production en serre de plants d'épinette blanche, d'épinette noire, de pin gris et de pin rouge dans trois types de conteneurs

Environment Canada Environnement Canada

00160246 DEST PVM EXCH COPY 03
SB 761 C328
VOL ISS 57
CENTRE DE RECHERCHES DES LAURENTIDE
S. RAPPORT D'INFORMATION LAU-X

PRODUCTION EN SERRE DE PLANTS D'ÉPINETTE BLANCHE, D'ÉPINETTE NOIRE, DE PIN GRIS ET DE PIN ROUGE DANS TROIS TYPES DE CONTENEURS

Ronald M. Girouard

LAU-X-57

CENTRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES DES LAURENTIDES
SERVICE CANADIEN DES FORÊTS
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT
1080, ROUTE DU VALLON
SAINTE-FOY (QUÉBEC)
G1V 4C7

Exemplaires disponibles

N° de catalogue Fo46-18/57F

ISBN 0-662-91880-0

ISSN 0703-2196

©Ministère des Approvisionnements et Services Canada, 1982

Also available in English under the title
"Greenhouse production of white spruce, black spruce, jack pine, and red pine seedlings in three types of containers"

Cover: Lucil LePage

TABLE DES MATIÈRES

	Page
TABLE DES MATIÈRES	
LISTE DES FIGURES ET DU TABLEAU	
RÉSUMÉ	
ABSTRACT	
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	2
Matériel végétal	2
Les conteneurs	2
Conduite de l'expérience	3
RÉSULTATS ET DISCUSSION	5
CONCLUSIONS	12
REMERCIEMENTS	12
RÉFÉRENCES	13

LISTE DES FIGURES ET DU TABLEAU

Figure		Page
1	Caractéristiques des plants de quatre essences. A, hauteur; B, diamètre au collet	7
2	Caractéristiques des plants de quatre essences. A, masse anhydre des parties aériennes; B, masse anhydre des racines; C, masse anhydre totale	9
3	Caractéristiques des plants de quatre essences. A, robustesse; B, rapport des masses anhydres; C, indice de qualité	10
4	Degré de spiralisation des racines de quatre essences cultivées dans le tube québécois	11

Tableau

1	Matériel végétal	2

RÉSUMÉ

Des plants d'épinette blanche, d'épinette noire, de pin gris et de pin rouge furent cultivés sur tourbe en serre dans trois types de conteneurs: le Rootrainer Hillson, le styrobloc 8 et le tube québécois. Quatre et six mois après l'ensemencement, l'étude de neuf variables montrait que le styrobloc 8 est le meilleur des trois conteneurs pour la production de semis de qualité. Le tube québécois était le seul conteneur à avoir des plants où les racines primaires latérales poussaient en spirale vers le bas.

ABSTRACT

White spruce, black spruce, jack pine, and red pine seedlings were grown in a greenhouse environment using peat in three types of containers: the Hillson Rootrainer, the styroblock 8 and the Quebec tube. Four and six months after seeding, an analysis of nine variables showed that the styroblock 8 is the best of the three containers for greenhouse production of good-quality seedlings. The Quebec tube was the only container to have seedlings with lateral roots growing downwards in a spiral.

Girouard, R.M. 1982. Production en serre de plants d'épinette blanche, d'épinette noire, de pin gris et de pin rouge dans trois types de conteneurs. Can. Minist. Environ., Serv. Can. For., Cent. Rech. For. Laurentides. Ste-Foy, Qué. LAU-X-57.

INTRODUCTION

Le reboisement au Québec date de plusieurs années, mais ce n'est que vers le milieu des années 60 qu'il a vraiment commencé à prendre son essor (Hawey 1980). Un programme de régénération artificielle fut élaboré en 1978 par le ministère de l'Énergie et des Ressources (MER) du Québec. Ce programme prévoyait, à partir de 1983-84, que 20 millions de plants sur un total de 70 millions, seraient cultivés en conteneurs. Sur les 20 millions requis, 5 millions seraient produits par la province et 15 millions par des entreprises privées. Pour atteindre cet objectif, le MER a fait construire 22 serres à East Angus pour la production de plants en conteneurs.

Cependant, la culture de plants forestiers en conteneurs n'est pas sans ennuis, des rapports indiquent que certains conteneurs induisent des malformations racinaires telles que des spiralisations, des compressions et des entortillements (Hafsia et Franclet 1966; Ben Salem 1971; Ball 1976; Bergman et Haggstrom 1976).

Lorsque les racines poussent en spirale autour de la souche, le système racinaire prend la forme d'un chignon (Marien 1979). Une telle déformation, accompagnée très souvent par le greffage de plusieurs racines, nuit généralement au développement du système racinaire, rend les racines vulnérables au pourridié-agaric (*Armillaria mellea* (Vahl ex Fr.) Kummer), diminue la capacité des racines à surmorter la concurrence des végétaux adventices et favorise la formation de racines latérales dans les horizons superficiels du sol (Hafsia et Franclet 1966). Cette situation rend les arbres vulnérables aux dégâts causés par des sécheresses prolongées. De plus, ce type de déformation racinaire peut affecter la stabilité des arbres (Stone et Norberg 1978). Par exemple, un arbre mal ancré risque d'être soit déraciné par le vent, soit incliné dès le jeune âge pour engendrer une courbure de la bille de souche.

A l'intérieur d'une étude sur le système racinaire des arbres forestiers issus de semis cultivés en conteneurs, nous avons mis en place une

expérience pour, premièrement, comparer le tube québécois avec deux types de conteneurs très utilisés au Canada pour la production de plants de qualité, et deuxièmement, déterminer si le tube québécois est susceptible de malformer les racines de différentes espèces durant la période de culture.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel végétal

Nous avons cultivé les plants de quatre essences: l'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss), l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.), le pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) et le pin rouge (*Pinus resinosa* Ait.). Chaque essence était représentée par une provenance (Tableau 1).

Tableau 1. Matériel végétal

Essence	Provenance			
	Origine	Latitude N	Longitude O	Altitude (m)
Picea glauca	Lac-à-la-Tortue, Champlain, Québec	46°37'	72°38'	131
Picea mariana	Damville, Roberval, Québec	49°04'	73°00'	335
Pinus banksiana	Damville, Roberval, Québec	49°04'	73°00'	335
Pinus resinosa	Pembroke, Renfrew, Ontario	45°30'	77°05'	120

Les conteneurs

La culture des plants s'est faite dans trois types de conteneurs: le Hillson des Rootrainers, le styrobloc 8 et le tube québécois, appelé aussi le tube du MER.

Le modèle Hillson des Rootrainers consiste en une feuille de matière plastique moulée à la chaleur, communément appelée livre, se pliant pour former quatre alvéoles et s'ouvrant facilement soit pour permettre des observations sur les racines, soit pour enlever les plants. Chaque alvéole Hillson a 12 cm de profondeur, 3,7 cm^2 de section, un volume de 164 cm^3, une paroi ondulée sur deux côtés, une base légèrement évasée et un fond pourvu d'un orifice. Chaque plateau perforé (clayette) contient 8 livres Hillson ou 32 alvéoles.

Le styrobloc 8, un bloc rectangulaire de polystyrène expansé, est muni de 80 alvéoles en forme de cône. Chaque alvéole, dont le volume est de 125 cm^3, mesure 3,9 cm au sommet et 15,2 cm de profondeur. De plus, 6 arêtes dirigent les racines vers le bas et le fond est muni d'une ouverture.

Le tube québécois est cylindrique, a un diamètre de 4 cm, une longueur de 10 cm et un volume de 126 cm^3. Sa paroi consiste en une feuille de papier cellukraft blanc opaque liée, d'un côté seulement, à une mince couche de polyéthylène (papier: polyéthylène 18:10 kg/rame). La feuille composée est roulée et collée en longueur pour former un tube avec le polythylène du côté interne. Un plateau Spencer-Lemaire peut contenir 45 tubes de ce genre.

Conduite de l'expérience

Les tubes, en provenance du Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ), contenaient de la tourbe Pointe-au-Père (Gonzalez, 1981). La même sorte de tourbe fut utilisée pour remplir les Rootrainers et les styroblocs. Soixante-douze plateaux ou blocs (4 essences X 3 conteneurs X 6 plateaux ou blocs) furent placés au hasard sur des tablettes recouvertes de sable en serre. L'ensemencement, deux à trois graines par alvéole, fut effectué manuellement le 24 avril 1979. De la silice broyée n° 16 (Indusmin Limitée, St-Canut, Qué.) fut ajoutée aux conteneurs pour couvrir tout juste les semences. L'arrosage initial du substrat fut suivi d'un traitement préventif au captane (3.3 g par L) vaporisé contre les champignons pouvant

provoquer la fonte des semis. La serre était équipée d'un système de brumisation intermittente contrôlé par un appareil Aquamonitor (Huntington, N.Y.). La sonde de cet appareil fonctionnait comme une feuille électronique.

Dans le but d'éliminer les effets de position à l'intérieur de la serre, les plateaux et blocs furent déplacés aléatoirement deux fois par semaine. Puisque à chaque déplacement, il y avait danger qu'un peu de sable collé au fond du plateau ou du bloc, se détache et tombe sur d'autres conteneurs, une suspension de captane fut vaporisée pour humecter légèrement les aiguilles des plants après chaque série de permutations.

La température de la serre fut maintenue à 26°C pendant deux semaines afin d'accélérer la germination des graines et l'établissement des plantules. Ensuite, la température minimale de la serre fut réduite à 22°C. La photopériode fut réglée à 16 h à l'aide de lampes incandescentes.

La fertilisation de substrat fut commencée dès la quatrième semaine en suivant une modification de la méthode van Eerden (1974). La modification consistait à utiliser du 20-20-20 et du sulfate ferreux jusqu'à la fin de l'expérience et non jusqu'à la seizième semaine.

Après six semaines, le nombre de semis fut réduit à un par alvéole. De plus, dès la neuvième semaine, les brumisations intermittentes furent remplacées généralement par deux arrosages manuels journaliers.

La spiralisation moyenne des racines fut déterminée sur 48 plants (8 semis X 6 plateaux) de chaque essence cultivée quatre et six mois dans des tubes québécois. Le degré de spiralisation était basé sur la courbe d'une racine latérale principale poussant en périphérie de la motte. La courbe était mesurée une fois la motte libérée de son conteneur.

Généralement 48 plants (8 semis X 6 plateaux ou blocs) de chaque essence dans trois types de conteneurs furent mesurés quatre et six mois

après l'ensemencement pour les variables suivantes: hauteur (H), diamètre du collet (D), masse anhydre des parties aériennes (MAPA) et masse anhydre des racines (MAR). A partir de ces données, la masse anhydre totale (MAT), l'indice de robustesse (H/D), le rapport des masse anhydres (MAPA/MAR) et l'indice de qualité (Q) des plants furent calculés pour chaque traitement. L'indice de qualité fut déterminé en utilisant la formule décrite par Dickson et al. (1960), qui est:

$$Q = \frac{MAT\ (g)}{\frac{H(cm)}{D(mm)} + \frac{MAPA\ (g)}{MAR\ (g)}}$$

Selon Roller (1977), un indice de qualité supérieur à 0.09 indique des plants aptes à surmonter les difficultés après plantation sur des terrains convenables.

Les analyses statistiques, effectuées sur les données de mesures et de calculs consistaient en des analyses de variance par variable et par essence pour un dispositif complètement aléatoire. Chaque analyse fut suivie d'un test de Duncan pour déterminer les différences significatives entre les moyennes prises deux à la fois. Le système SACADOS, mis au point par Boudoux et Bonenfant (1979), fut utilisé pour les travaux sur ordinateur.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

La croissance en hauteur des plants de quatre espèces cultivés dans trois types de conteneurs est résumée graphiquement (fig. 1A). Le type de conteneur affecte très peu la croissance en hauteur au quatrième mois et un peu plus au sixième mois. Plusieurs différences, dites significatives au seuil de 0,01, sont peu importantes aux yeux des producteurs de plants en serre qui cherchent pour des raisons pratiques, des différences très marquées. Seul le pin gris cultivé dans le tube québécois montre des différences supérieures à 2,0 cm par rapport à un autre conteneur. Généralement la croissance en hauteur des plants augmente avec le temps sauf celle du pin rouge. La croissance de cette espèce est presque arrêtée entre le 4e et

le 6e mois. Roller (1977) a noté un ralentissement semblable pour le pin rouge entre le 6e et le 8e mois. La croissance en hauteur des plants d'épinette noire est supérieure à celle de l'épinette blanche et la croissance du pin gris est plus élevée que celle du pin rouge. Nos résultats réaffirment les observations des travaux antérieures (Carlson 1981, Hallett 1980, Paillé et al. 1981, Roller 1977).

Les valeurs du diamètre au collet sont toujours parmi les plus fortes lorsque les plants sont cultivés dans le styrobloc 8 (fig. 1B). Cependant, le pin gris a un diamètre important au collet tout autant dans le styrobloc 8 que dans le tube québécois. En général, il n'y a aucune différence significative entre les plants dans le tube québécois et le Rootrainer Hillson, sauf ceux du pin gris où le diamètre est plus fort dans le tube. Sheedy (1981) trouve aussi un diamètre des tiges du pin gris plus fort dans le tube québécois que dans le Rootrainer Hillson.

Les masses anhydres des parties aériennes, des racines et totales (fig. 2) des plants cultivés dans le styrobloc 8, sont généralement supérieures et significativement différentes de celles obtenues dans les deux autres types de conteneurs. Quelques exceptions concernant le pin gris sont: 1) des masses supérieures en tout temps des parties aériennes (fig. 2A) lorsque la culture se fait dans le styrobloc 8 et le tube québécois; et 2) des masses totales (fig. 2C) supérieures à 4 mois seulement, autant dans le styrobloc 8 que dans le tube québécois. Contrairement au rapport de Sheedy (1981), qui signale des masses anhydres plus élevées de l'épinette noire dans le tube québécois que dans le Rootrainer Hillson, nous ne trouvons aucune différence significative entre les masses anhydres des parties aériennes et des racines quand cette espèce est cultivée dans ces conteneurs (fig. 2A, 2B). La masse anhydre totale de l'épinette noire est plus élevée que celle de l'épinette blanche (fig. 2C), différence déjà notée par Paillé et al. (1981) et Roller (1977). Les plants du pin gris ont également une masse totale de matière sèche supérieure à celle des semis de pin rouge. Le fait que les semis de pins ont souvent une masse totale plus élevée que celle des épinettes a été mis en évidence par plusieurs travaux (Carlson 1981; Paillé et al. 1981; Roller 1977; Sheedy 1981).

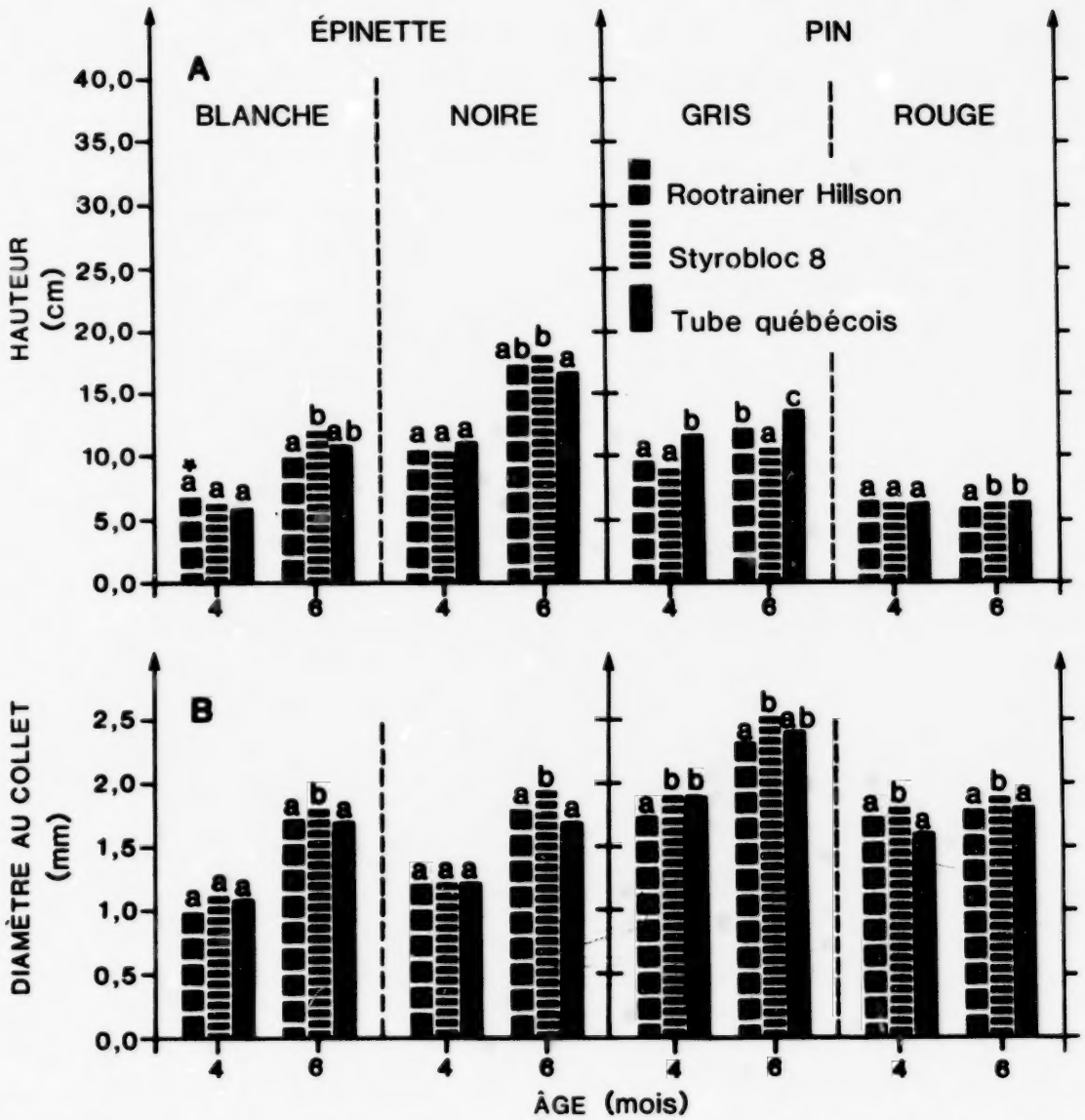

Figure 1. Caractéristiques des plants de quatre essences cultivés quatre et six mois dans trois types de conteneurs. A, hauteur des semis; B, diamètre au collet. *Les moyennes des plants, du même âge et de la même essences, suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil P= 0,01.

En ce qui a trait à l'indice de robustesse (H/D), qui permet d'évaluer la résistance du plant aux conditions climatiques adverses comme le vent, la sécheresse, le froid et la neige, il y a généralement de faibles différences entre les épinettes dans les trois types de conteneurs que nous avons étudiés (fig. 3A). Les plants de l'épinette blanche sont plus robustes que ceux de l'épinette noire. Chez les pins, l'effet du styrobloc 8 est non seulement positif mais aussi significativement différent des autres conteneurs. Le pin rouge est plus robuste que le pin gris. En général, la robustesse des pins est supérieure à celle des épinettes. Nos données se rapprochent sensiblement de celles publiées par Roller (1977) sur la robustesse des plants de l'épinette blanche, de l'épinette noire et du pin rouge. Cependant, à l'encontre des remarques de ce même auteur, nous ne trouvons aucun changement important dans les indices de robustesse entre le 4e et le 6e mois.

Le rapport ou quotient des masses anhydres (système aérien/système racinaire) est plus faible, et donc meilleur, lorsque la culture des plants s'effectue dans le styrobloc 8 (fig. 3B). L'effet positif du styrobloc 8 est significativement différent des autres conteneurs. Les semis dans le Rootrainer Hillson ont le deuxième meilleur rapport des masses. Le plus souvent, nous constatons comme Carlson (1981) l'a fait, que les pins ont un rapport plus faible et préférable à celui des épinettes. Les valeurs du rapport des masses obtenues dans la littérature sont très variables et dépendent souvent de l'âge des semis (Roller 1977; Sheedy 1978), de l'espèce (Paillé et al. 1981; Roller 1977) et du type de conteneur utilisé (Sheedy 1980).

L'indice de qualité des plants cultivés dans le styrobloc 8 (fig. 3C) est toujours plus élevé que celui obtenu dans le Rootrainer Hillson et le tube québécois. Une différence de qualité importante entre les plants de ces deux derniers types de conteneurs est assez rare. Entre le 4e et le 6e mois, l'indice de qualité s'améliore considérablement, tel qu'indiqué

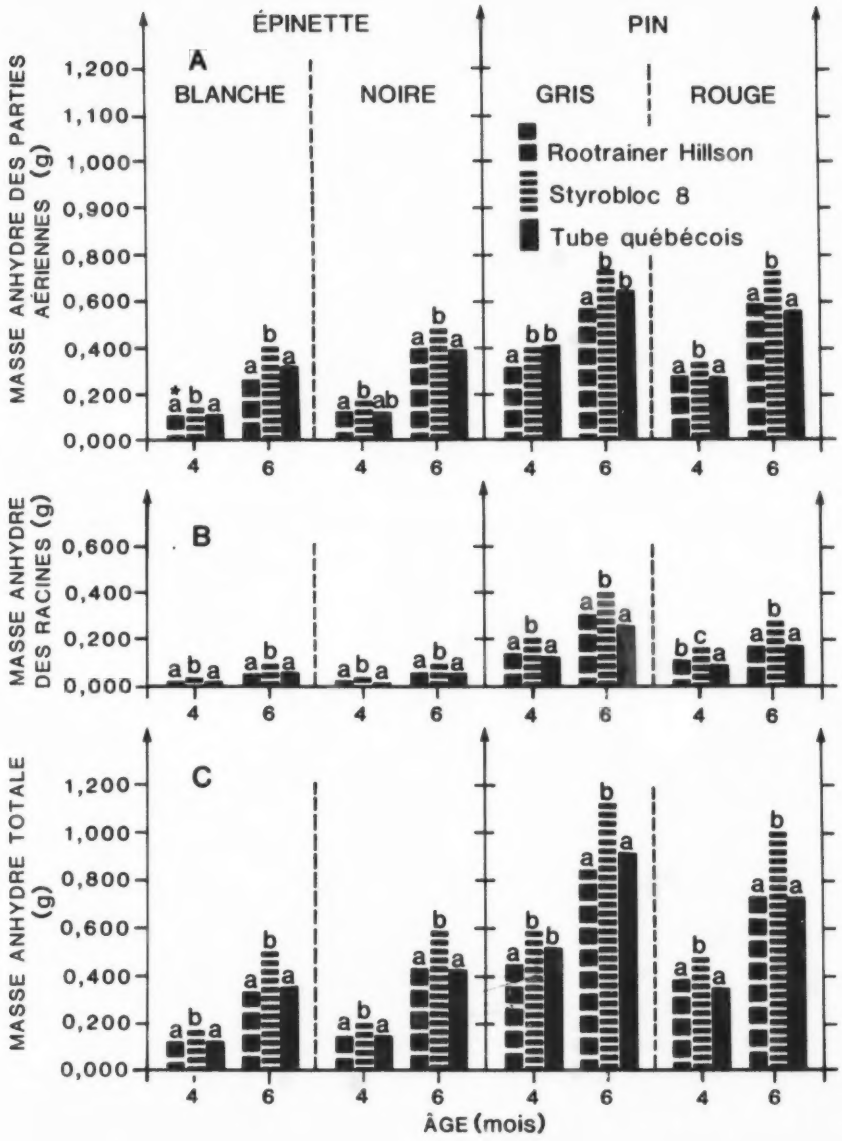

Figure 2. Caractéristiques des plants de quatre essences cultivés quatre et six mois dans trois types de conteneurs. A, masse anhydre des parties aériennes; B, masse anhydre des racines; C, masse anhydre totale. *Les moyennes des plants, du même âge et de la même essence, suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil P= 0,01.

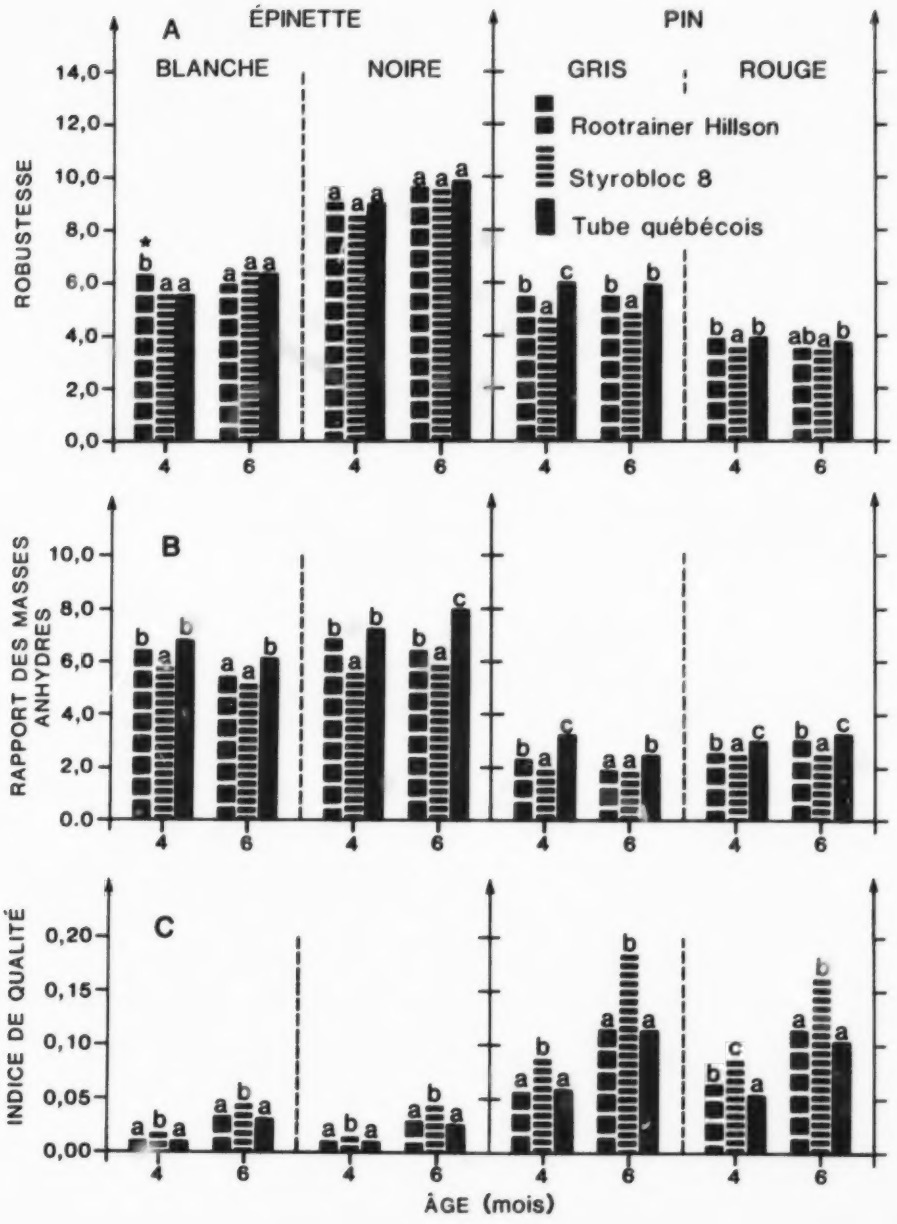

Figure 3. Caractéristiques des plants de quatre essences cultivés quatre et six mois dans trois types de conteneurs. A, robustesse; B, rapport des masses anhydres; C, indice de qualité. *Les moyennes des plants, du même âge et de la même essence, suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil P= 0,01.

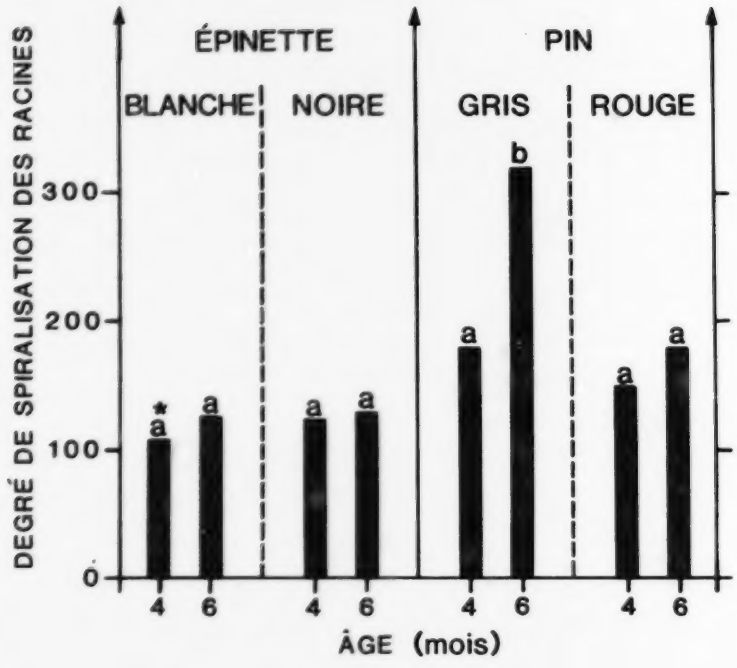

Figure 4. Degré de spiralisation des racines lorsque les plants de quatre essences sont cultivés dans le tube québécois quatre et six mois. *Les moyennes des plants d'une essence suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil P= 0,01.

par Roller (1977). Seuls les pins âgés de six mois atteignent la norme 0,09 suggérée par ce même auteur. Un indice de qualité supérieur à 0,10, tel que recherché par le MER (Hawey 1980) fut trouvé par Roller chez des pins et des épinettes de six mois et par Godin et Bélanger (1979) chez des épinettes âgées de plus de sept mois.

Le tube québécois est le seul conteneur parmi ceux que nous avons étudiés, où les racines primaires latérales se butent à la paroi et se mettent à pousser en spirale vers le bas. On peut voir sur la figure 4 que le problème de spiralisation affecte beaucoup plus les racines des pins que celles des épinettes. De même, comme nous l'avons déjà signalé (Girouard 1981), on constate une augmentation très grande du degré de spiralisation entre le 4^{e} et 6^{e} mois chez les plants du pin gris. Chez les autres

espèces expérimentées, le degré de spiralisation augmente peu avec le temps. Au 6e mois, toutes les déformations sont encore trop récentes pour trouver des racines greffées ou même des chignons tels que décrits par de Champs (1978), Franclet et Najar (1979), Marien (1978) et Marien et Drouin (1978). Le fait que le tube est un conteneur sans fond, les racines émergentes du bas sont autocernées, c'est-à-dire qu'elles sèchent à l'air libre. Il n'y a donc aucun risque de spiralisation dans la partie inférieure du tube, qui est en contact avec le grillage du plateau Spencer-Lemaire.

CONCLUSIONS

Après avoir étudié plusieurs variables des plants de quatre essences dans trois types de conteneurs, nous pouvons dire que pour avoir des plants de qualité, tant pour les parties aériennes que pour le système racinaire, il faut choisir en premier lieu le styrobloc 8, en deuxième le Rootrainer Hillson et en dernier le tube québécois. Pour plusieurs variables, il n'y a aucune différence significative entre le Rootrainer Hillson et le tube québécois. Dans le cas de la variable degré de spiralisation des racines, seuls les plants dans le tube québécois subissent une déformation racinaire. Les racines des pins sont plus affectées que celles des épinettes. Lorsque le problème de spiralisation n'est pas considéré, les variables masse anhydre des racines, masse anhydre totale et diamètre au collet (6 mois seulement pour cette variable), nous permettent de choisir le meilleur conteneur en moins de temps que la variable élaborée indice de qualité.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier M. Roger Mongrain dont la collaboration durant cette étude nous aura été des plus précieuses. De plus, nous adressons nos plus vifs remerciements à MM. Antonio Gonzalez et Marcien Roberge pour leurs précieux conseils lors de la correction du texte.

RÉFÉRENCES

Ball, J.B. 1976. Plastic containers and coiling roots. Unasylva 28: 27.

Ben Salem, B. 1971. Root strangulation: a neglected factor in container grown nursery stock. Thèse M.Sc., Univ. Calif., Berkeley.

Bergman, F.; Häggstrom, B. 1976. Some important facts considering planting with rooted forest plants. For. Chron. 52: 266-273.

Boudoux, M.; Bonenfant, F. 1979. SACADOS. Système automatique conversationnel d'analyse de données statistiques. Can. Minist. Environ., Serv. Can. For., Cent. Rech. For. Laurentides, Ste-Foy, Qué. LAU-X-39.

Carlson, L.W. 1981. Conseils pour la culture en récipients des semis de conifères dans les provinces des Prairies. Can. Minist. Environ., Serv. Can. For., Centre Rech. For. Nord, Edmonton, Alberta. NOR-X-214F.

Champs, J. de. 1978. Influence de divers conteneurs sur l'enracinement de quelques résineux plantés en France. Pages 119-132 *in* Proc. Root Form of Planted Trees Symp., B.C. Minist. For./Can. For. Serv. Joint Rep. 8.

Dickson, A.; Leaf, A.L.; Hosner, J.F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. For. Chron. 36: 10-13.

Eerden, E. van. 1974. Growing season production of western conifers. Pages 93-103 *in* Proc. North Am. Containerized For. Tree Seedling Symp., Great Plains Agr. Council Pub. 68.

Franclet, A.; Najar, M. 1979. Conséquences différées des déformations racinaires chez le pin maritime. Ann. de Rech. Sylvicoles, AFOCEL 1978, Paris, p. 176-203.

Girouard, R.M. 1981. Jack pine seedlings grown in Quebec tubes and other containers. Poster abstract. Page 442 *in* Proc. Can. Containerized Tree Seedling Symp. Can. Minist. Environ., Can. For. Serv., Cent. Rech. For. Grands lacs, Sault Ste-Marie, Ont. COJFRC Symp. Proc. O-P-10.

Godin, L.C.; Bélanger, N.C. 1979. Développement et potentiel de survie de semis de pin blanc et d'épinette blanche en fonction de différents récipients et milieux de culture. Univ. Laval, Fac. For. Géod., Mém. de fin d'études.

Gonzalez, A. 1981. Bref aperçu des propriétés chimiques et physico-chimiques de la tourbe utilisée dans les conteneurs du Québec (CRIQ). Can. Minist. Environ., Serv. Can. For., Cent. Rech. For. Laurentides, Ste-Foy, Qué. LAU-X-48.

Hafsia, H.; Franclet, A. 1966. La spiralisation des racines dans l'élevage des plants en pépinière. Conséquences et remèdes. Pages 1772-1773 *in* Compt. rend. Congr. For. mondial, Madrid. II.

Hallett, R.D. 1980. Nursery practices for production of black spruce. Can. Minist. Environ., Serv. Can. For., Cent. Rech. For. Maritimes, Fredericton, N.B., Tech. Note 13.

Hawey, R. 1980. La politique de reboisement au Québec. Pages 70-83 *in* Atelier de travail sur la culture des semis en récipients. Québec, 18-20 mars, 1980. (Rapport commun). Can. Minist. Environ., Serv. Can. For., Cent. Rech. For. Laurentides/Qué. Minist. Énergie Ress. et Ordre Ingénieurs Forest. Qué.

Marien, J.N. 1978. Les dangers cachés des plants en conteneurs. Informations - Forêt, AFOCEL-ARMEF, France, N° 1 (100): 35-42.

Marien, J.N. 1979. Rétablissement de l'activité racinaire à la suite de malformations induites. Ann. Rech. Sylvicoles, AFOCEL 1978, Paris. p. 204-225.

Marien, J.N.; Drouin, G. 1978. Etudes sur les conteneurs à parois rigides (leur action sur les végétaux). Ann. Rech. Sylvicoles, AFOCEL 1977, Paris. p. 136-161.

Paillé, G.; Bitto, H.; Richard, M.; Nantel, J. 1981. Effets d'un traitement à la lumière sur le développement de semis en conteneurs. Arbor, CIP, Bull. Tech. N° 1.

Roller, K.J. 1977. Suggested minimum standards for containerized seedlings in Nova Scotia. Can. Minist. Environ. Serv. Can. For., Cent. Rech. For. Maritimes, Fredericton, N.B. M-X-69.

Sheedy, A. 1978. Production en serre de semis d'épinette blanche en récipient. Essais de divers milieux de culture, de trois calendriers de fertilisation et de deux types de contenants. Qué. Minist. Terres For., Serv. Rech., Rap. interne 186.

Sheedy, A. 1980. Production en serre de semis de pin gris et d'épinette noire dans deux types de contenants, et huit mélanges de sols. Qué. Minist. Énergie Ress., Serv. Rech. For. Note 10.

Sheedy, A. 1981. Production en serre de semis de pin gris et d'épinette noire dans deux types de récipients soumis à trois calendriers de fertilisation. Qué. Minist. Énergie Ress. Serv. Rech. For., Rap. interne 215.

Stone, E.C.; Norberg, E.A. 1978. Container-induced root malformation and its elimination prior to planting. Pages 65-72 *in* Proc. Root Form of Planted Trees. Symp., B.C. Minist. For./Can. For. Serv. Joint Rep., 8.

POOR

QUALITY

ORIGINAL